



## EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO DESDE LA NEUROCIENCIA COGNITIVA

**Nicolás Chahín-Pinzón**

Universitat Rovira i Virgili. España

**Blanca Libia Briñez**

Universidad Nacional de Educación a Distancia. Colombia

### RESUMEN

Los estudios sobre las funciones cognitivas desde la perspectiva neurológica y psicológica indican que en el proceso de envejecimiento ocurren una serie de cambios y transformaciones en las estructuras cerebrales, su neuroquímica y funcionamiento. Estos afectan unas áreas y sistemas más que otros de forma discriminativa, como se ha podido observar en las investigaciones relacionadas con las funciones cognoscitivas, tanto en sujetos normales como en aquellos con deterioro cognitivo y enfermedades neurodegenerativas. En estos estudios han sido utilizadas diversas técnicas de neuroimagen, que permiten correlacionar e inferir la actividad de las distintas zonas cerebrales con respecto al desempeño conductual de los individuos en las diferentes etapas del su desarrollo evolutivo desde perspectivas individuales, biológicas y culturales.

En este trabajo se intentará exponer e integrar los aportes más importantes de la neurociencia cognitiva al estudio del envejecimiento a partir de cuatro de las investigaciones más representativas de la última década como son las de Band, Ridderinkhof & Segalowitz (2002), Hedden & Gabrieli (2004), Park & Gutches (2002) y Reuter-Lorenz & Lustig (2005).

### 1. EL ENVEJECIMIENTO: ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES Y LAS INFLUENCIAS CULTURALES Y SOCIALES

El abordaje de los factores que afectan el proceso de envejecimiento en las personas mayores está afectado por diversos tipos de variables que en la actualidad la neurociencia está intentando explicar.

## Cambios en el desempeño cognitivo

Los cambios en su desempeño se presentan en diversos niveles a medida que transcurren los años. La disminución de estas funciones con respecto a la edad se clasifica en tres patrones que buscan explicar dichas transformaciones en las que está implicada la corteza prefrontal.

- Funciones que decrecen a lo largo de la vida: en estas se pueden encontrar la codificación de la información en la memoria episódica, la velocidad de procesamiento y la memoria de trabajo.
- Funciones que decrecen en la última etapa de la vida: a partir de los sesenta o setenta años tienen una marcada disminución, como en el caso de la memoria de corto plazo y la memoria semántica.
- Funciones que permanecen estables a lo largo de la vida: La memoria autobiográfica, el procesamiento emocional, el procesamiento automático de la memoria y la memoria implícita.
- Pero a pesar de la pérdida en las funciones cognitivas hay otras que parecen mejorar con la edad, en especial el procesamiento preferencial emocional de la información de los recuerdos positivos

## Cambios debidos a las características individuales

Asimismo, existen unos cambios relacionados con las características individuales propias de cada persona. En cuanto a la variabilidad individual relacionada con el proceso de envejecimiento se encuentra una amplia gama de transformaciones tanto a nivel cognitivo como neurológico, en el que están implicadas distintas estructuras. La variabilidad de estos cambios puede clasificarse de la siguiente manera:

- Las diferencias individuales son especialmente referidas a las influencias genéticas, experiencias en la vida y susceptibilidad al deterioro cognitivo.
- Los cambios del individuo a través del tiempo afectan el desempeño cognitivo.
- Los cambios presentan una cierta estabilidad antes de los sesenta años, presentándose a partir esa edad variaciones significativas entre los diferentes individuos, algunos presentan unas tasas muy marcadas de deterioro cognitivo, mientras otros no.

## **Cambios por factores culturales**

Desde una perspectiva transcultural no hay diferencias significativas en las funciones cognitivas cuando se comparan sujetos mayores de distintas culturas, sin embargo estas sí están mediadas por el contexto cultural y con lo que se espera que el individuo realice en la vejez.

## **2. CAMBIOS CEREBRALES, NEUROQUÍMICOS Y COGNITIVOS**

En el proceso de envejecimiento a nivel cerebral se presentan transformaciones debidas a edad. Desde una perspectiva general uno de los aspectos más significativos es el relacionado al volumen y peso del cerebro, que decrece en la medida que aumenta el tiempo de vida del individuo, al respecto ya se ha determinado que este resultado no es debido a muerte neuronal, sino a una disminución progresiva de las conexiones interneuronales. En los estudios in vitro y con técnicas de neuro imagen, las zona cerebrales más implicadas en las que se han podido detectar las variaciones de estas estructuras cerebrales son en primer término la corteza prefrontal, con influencias menos significativas en otras las regiones tales como el lóbulo temporal y la sustancia blanca.

### **El lóbulo frontal**

En la actualidad tiene una gran aceptación la hipótesis del lóbulo frontal, propone que hay un cambio diferencial en las estructuras cerebrales asociados con la edad. Señala que debido a la disminución en el tejido neuronal en la corteza prefrontal, las funciones cognitivas son alteradas.

Se ha encontrado que la Corteza Prefrontal (PCF) decrece en volumen alrededor del cinco por ciento por década, proceso que se inicia a partir de los veinte años de vida. Lo que es debido al encogimiento de las células, menor densidad sináptica y a la pérdida de sustancia blanca. La disminución en la densidad sináptica es observada principalmente en las partes laterales de la corteza prefrontal en pacientes sanos. Las investigaciones también señalan que existe un menor número de dendritas y menos mielina, lo que afecta la

comunicación interneuronal, en especial los axones. Los cambios más significativos en el proceso de envejecimiento se dan principalmente en Cortex Dorso Lateral (DLPFC) y en menor proporción en el Cortex Orbito Frontal (OFC).

Los estudios en Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) y Tomografía por Emisión de Positrones (PET) indican que hay regiones de la corteza prefrontal que se activan por las demandas de la memoria de trabajo. En los adultos mayores se advierte una menor activación de algunas zonas, pero también se observa es que hay otras regiones que sí se activan y que en los adultos jóvenes no. Estos incrementos en la activación de la PCF se dan en la áreas contralateral. En las actividades de la memoria de trabajo los jóvenes y los viejos tienen similar activación en la zona ventrolateral de la PCF, pero en los adultos viejos se observa una reducción en la parte dorsal de la PCF y una alta activación en la parte izquierda rostral. También en algunas situaciones se activa la parte inferior de la corteza prefrontal. En general con las técnicas de neuroimagen se ha observado que los sujetos con una baja actividad en el lóbulo frontal muestran un peor desempeño.

Además de lo anterior, existe suficiente evidencia de que el envejecimiento se dan los asimismo los siguientes procesos relacionados:

- A medida que transcurre el tiempo se observan alteraciones importantes en la corteza prefrontal.
- La disminución de la mielina en las áreas frontales interfiere en la comunicación en los axones.
- La formación de ovillos neurofibras disminuye la responsabilidad de los neurotransmisores.
- La actividad metabólica cerebral disminuye.
- El número de dendritas y de sinapsis decrece.

### **La sustancia blanca**

Aquí también se dan variaciones en la densidad y el volumen debidas al envejecimiento, en especial en la PCF y la parte anterior del cuerpo calloso, lo que se ha podido comprobar a través de la Diffusion Tensor Imaging (DTI). Es posible también que estas transformaciones de la PCF afecten la interacción con

otras estructuras como el estriatum y el hipocampo. Estas alteraciones neuronales se reflejan a nivel de desempeño cognitivo en los procesos de velocidad, habilidad en el razonamiento y en las funciones de ejecución, no obstante, al parecer no afectan los indicadores de inteligencia.

### **El hipocampo**

La disminución del volumen del hipocampo no es muy significativa en el envejecimiento normal, a pesar que sí se observa una disminución en las activaciones del hipocampo y sus áreas cercanas, sin embargo esta disminución en el volumen no esta relacionada con las funciones cognitivas. Pero en el envejecimiento patológico como es el caso de la enfermedad de Alzheimer sí existen cambios importantes y la activación disminuye sustancialmente.

### **Neurotransmisores**

En el proceso del envejecimiento simultáneamente con los cambios físicos cerebrales también se generan una serie de transformaciones a nivel neuroquímico que afectan el funcionamiento cerebral y las funciones cognitivas. Aunque existe cierto desacuerdo en la actualidad en cuanto a que la hipótesis del lóbulo frontal pueda explicar la totalidad de los cambios cognitivos neuronales y cognitivos respecto al envejecimiento cerebral se considera que éste no es el único factor que explica estos cambios, ya que diversos estudios indican que hay otras variables implicadas en este proceso. Tal es el caso de lo que ocurre con la dopamina, en el que diversos informes señalan que hay una pérdida o disminución de sus receptores en el ganglio basal, en el cíngulo anterior y en la corteza prefrontal. La evidencia sugiere que existe un cambio negativo en el número de este neurotransmisor, en especial lo referente a su concentración, transporte y disponibilidad, así como en la densidad de los receptores D2 que disminuye progresivamente a partir de la cuarta década, lo que incide en una baja tasa de metabolización de glucosa en la corteza prefrontal, así como en un incremento de la metabolización en el cíngulo anterior, en el núcleo caudado y en la corteza temporal. Partiendo de lo anterior algunos investigadores sostienen que estos cambios a nivel neuroquímico afectan los procesos cognitivos

involucrados en la memoria de trabajo, atención selectiva y control inhibitorio entre otros.

### **¿QUÉ MECANISMOS SE ACTIVAN ANTE LOS CAMBIOS GENERADOS CON LA EDAD?**

Como es sabido el cerebro a medida que envejece va perdiendo capacidades, sin embargo los últimos hallazgos indican que a medida que éste ocurre se generan mecanismos de compensación y reorganización que permiten cubrir las deficiencias que se están produciendo. Este descubrimiento relacionado con la reorganización funcional y de compensación del cerebro, visto a partir de las distintas técnicas de neuroimagen disponibles muestra que estos factores protectores van apareciendo a medida que avanza el proceso de envejecimiento.

De acuerdo a las investigaciones que han utilizado las tecnologías de scanner y neuroimagen (Transcranial Magnetic Stimulation (TMS), functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)) se ha podido encontrar en individuos mayores sanos lo siguiente:

- Una mayor activación que está directamente relacionada con un mejor desempeño en todas tareas cognitivas.
- Existe una gran actividad en la región prefrontal específicamente en las zonas lateral e inferior cuando se realizan exitosamente tareas de codificación y en trabajos que requieren respuesta de inhibición.
- Se encuentra un mayor número de zonas del cerebro activadas, incluyendo zonas situadas en lugares similares en los dos hemisferios, tanto en las tareas de recuerdo simples como en las complejas.
- Algunas investigaciones también muestran una baja activación de la parte media temporal cuando se presenta la sobreactivación en la corteza prefrontal.

Pese a lo anterior, esta sobreactivación de los circuitos cerebrales tiene inconvenientes, ya que consume una mayor cantidad de energía, lo que lleva a que estos sean utilizados más rápidamente. De otra parte parece existir un límite en el que esta sobreactivación deja de ser un mecanismo compensatorio y empieza a ser indicador de deterioro cognitivo y cerebral. Especialmente

cuando comienza a perderse la diferenciación y se activan otras regiones no requeridas para la tarea que se está realizando, lo que incrementa el ruido neural y causa una cascada de ajustes compensatorios que se reflejan un inadecuado desempeño cognitivo; en este caso la sobreactivación indica que el procesamiento que se está llevando a cabo en el cerebro no es el adecuado. Esto se observa en adultos mayores con Alzheimer con memorias deficientes en los que hay una mayor activación.

Se puede entonces concluir con la evidencia actual, que la sobreactivación es una herramienta adecuada en el envejecimiento normal, pero también puede ser un indicador del inicio de un deterioro cognitivo grave.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

- Una de las estructuras a nivel cerebral que afecta el desempeño cognitivo del individuo es la corteza prefrontal, que ejerce un papel fundamental en los procesos cognoscitivos. Sus estructuras, volumen e interconexión neuronal en general se encuentran disminuidas con la edad, lo cual afecta las funciones cognitivas especialmente relacionadas con la memoria. Gracias a las modernas técnicas de neuroimagen cerebral se ha podido investigar la relación de cada una de las zonas especialmente la corteza prefrontal y estructuras relacionadas, con el desempeño cognitivo en individuos mayores, observándose cómo los cambios en la activación indican que áreas son las que trabajan cuando se pide a los sujetos realizar determinadas tareas.
- Estas sobreactivaciones parecen ser el resultado de una serie de mecanismos que intentan compensar las deficiencias en el funcionamiento cerebral, específicamente en la corteza prefrontal. Es muy interesante observar como el cerebro viejo hace acopio de otros sistemas o zonas con el fin de poder cumplir tareas para las cuales sus capacidades actuales están limitadas.
- Esto abre una serie de caminos a la neurociencia cognitiva y a la psicología, para explorar la manera en que los adultos mayores procesan y recuperan la información; lo que puede dar paso a nuevos esquemas y conceptualizaciones en cuanto a la manera en que los mayores se pueden adaptar al declive o deterioro neurológico de forma adaptativa utilizando

estos mecanismos compensatorios. Es posible que esto pueda ser la base en un futuro próximo base para nuevas estrategia de tipo social y educativo.

- En este camino las modernas técnicas de neuroimagen por su carácter no invasivo y su capacidad de mostrar de forma cada vez más clara el funcionamiento cerebral, serán de gran utilidad para conocer y profundizar mucho más estos aspectos. Posiblemente en próximos años esta tecnología permita conocer con mayor profundidad la forma y los distintos niveles de activación implicados en el funcionamiento específico de cortex prefrontal, asimismo como otras estructuras que podrían estar implicadas tanto en los casos de envejecimiento normal, como en enfermedades de tipo neurodegenerativo.
- Asimismo esta tecnología será de gran utilidad para comprender con mayor profundidad cómo las diferencias individuales y las distintas variables socioculturales están implicadas y afectan los procesos de envejecimiento. Es posible que en este campo se puedan determinar de forma algo más precisa cómo los efectos de la genética, la socialización, estilo de vida y contexto cultural, afectan el funcionamiento cerebral, sus mecanismos compensatorios y el desempeño cognitivo entre otros. Este es un campo que también va abrir la brecha un gran cúmulo de investigaciones de tipo neurocognitivo con sujetos de diversas características que ampliará la visión y el conocimiento disponible en este aspecto.

## REFERENCIAS

- Band, G. P., Ridderinkhof, K. R., & Segalowitz, S. (2002) Explaining neurocognitive aging: is one factor enough? *Brain and Cognition* 49, 259-267.
- Hedden, T., & Gabrieli, J. D. (2004) Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Neuroscience* 5, 87-97.
- Park, D. C., & Gutchess, A. H. (2002) Aging, cognition, and culture: a neuroscientific perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 26, 859-867.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Lustig, C. (2005) Brain aging: reorganizing discoveries about the aging mind. *Current Opinion in Neurobiology* 15, 245-251.